

# ステレオ画像対を用いた防滴ガラス面上の視野妨害水滴除去

田中 友<sup>†</sup> 山下 淳<sup>†</sup> 金子 透<sup>†</sup> 三浦 憲二郎<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 静岡大学工学部 〒432-8561 静岡県浜松市城北 3-5-1

E-mail: <sup>†</sup> f0330051@ipc.shizuoka.ac.jp

あらまし 近年様々な場所で監視カメラシステムが利用されるようになってきているが、水滴などのノイズがカメラの防滴ガラス面に付着する事により監視カメラの視野が妨害されると、監視対象が隠れてしまい監視カメラシステムの能力を生かせない。そこで本論文ではステレオ画像対を用いた水滴の除去手法を提案する。

キーワード ステレオ画像, ノイズ除去, テンプレートマッチング

## 1. まえがき

近年のコンピュータおよび画像入力機器の性能の向上や低価格化による普及に伴い、屋内外環境下における監視カメラを用いた画像処理技術による自動的な侵入者や進入物体の検出を行うシステムの研究・開発が盛んに行われている。

野外環境でカメラから得られる情報を用いる場合には環境条件に画像の質が影響される。特に降雨時には、カメラの防滴ガラス面に水滴が付着する事により視野が妨害され、明瞭な画像を得ることが出来ない。

防滴ガラス面に付着した水滴を除去する手法として、複数視点画像の差分を用いて水滴を除去する手法[1]が提案されている。この手法は複数視点の画像を同時に取得する為、背景自体が変化する場合にも対応できる。しかし、画像間の差分を基本としている為、視差の無い遠景画像にしか対応できない。

そこで、本論文では視差のあるステレオ画像対を用いて、近景や遠景を撮影した画像から視野妨害となる水滴を除去する手法を提案する。

## 2. 処理概要

提案手法は以下に示す手順から成る。

- ①ステレオ画像対を取得する。
- ②正規化相互相関によるマッチングを行って得られた各画素の視差を用いて水滴部位を判別する。
- ③水滴部位に水滴が存在しなかった場合の視差を推定し、推定した視差を元に画像修正を行う。

以上の処理により取得した画像の防滴ガラス面での共通視野部に存在する水滴を除去する。

カメラ2台を横に並べるとカメラ本体の大きさより基線長を短くする事が出来ない。そこでハーフミラー等を用いる事で、基線長をカメラ本体の大きさ以下に出来る。また防滴ガラスがカメラの視線方向に垂直に設置されている状況を取扱う (Fig.1)。なおカメラパラメータ及び、カメラと防滴ガラスの位置関係は既知のものとする。カメラはハーフミラーで視線方向を揃えているのでカメラの光学的構成は Fig.2 で表せる。

## 3. 基線長と防滴ガラスとカメラの距離の決定

本手法はステレオ画像対を用いて、水滴の影に隠れた部分を補い合うことで水滴を除去する。その為、どちらかの画像に水滴の影に隠れた部分が写っている必

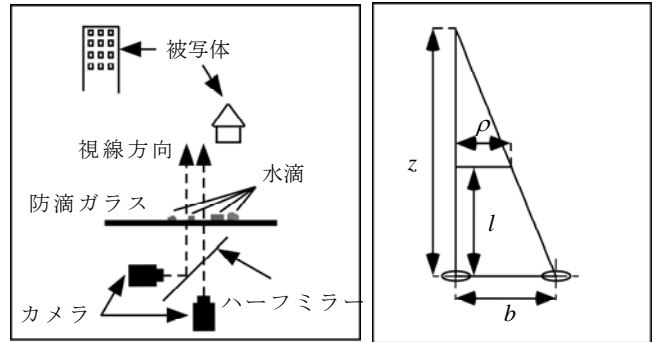


Fig.1 カメラ配置

Fig.2 水滴と基線長

要がある。Fig.2 に示す三角の比の関係から基線長  $b$  は式(1)を満たさなければならない。

$$b > \frac{z\rho}{z-l} \quad (1)$$

ただし、 $\rho$  は水滴の実際の大きさ、 $l$  はカメラのレンズ中心と防滴ガラスとの距離、 $z$  はカメラのレンズ中心と被写体との距離である。

水滴はある程度の大きさになると防滴ガラスから流れ落ちてゆくので水滴の実際の大きさ  $\rho$  は限定できる。また、 $z$  は撮影対象となる被写体がカメラにどれだけ近づくかを考慮して設定する。

本手法は防滴ガラス面での共通視野部に存在する水滴を除去対象としている。その為、基線長が短いほど防滴ガラス面での共通視野部が広がり、除去できる水滴が増える。また、ステレオ画像対で見え方の差が少ない方が画像修正が行いやすい為、その点からも基線長は短い方が良い。

カメラと防滴ガラスとの距離  $l$  は防滴ガラスでの共通視野を大きくする事と撮像装置を出来るだけコンパクトにする事を考えて決定する。取得画像における防滴ガラスでの共通視野部の割合  $E$  は次式から求まる。

$$E = 1 - \frac{b}{c} = 1 - \frac{bf}{lw} \quad (2)$$

ここで  $c$  は距離  $l$  におけるカメラの横方向の視野範囲、 $f$  はレンズ中心と撮像面との距離、 $w$  は撮像面の横方向の幅である。Fig.3 にカメラの視野の模式図を示す。

式(1)を満たす最小の値を基線長  $b$  とすると、式(2)は式(3)と表せる。式(3)においては  $l = z/2$  の時に  $E$  が最大となるが、この条件では撮像装置が大きくなるので

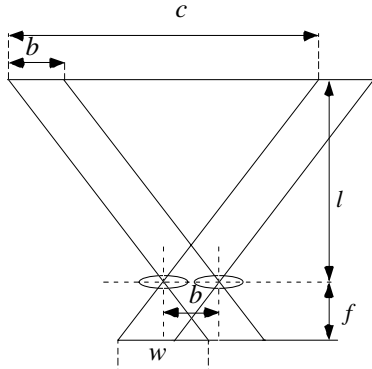


Fig.3 カメラ視野

総合的に判断して  $l$  を決定する.

$$E = 1 - \frac{f\rho}{lw} \frac{z}{z-l} \quad (3)$$

#### 4. 水滴部位判別

以下の3つの条件を満たしている画素を水滴部位の画素とする[2].

- ① 規化相互相関による相関値が閾値以上である.
- ② 対応点同士が一对一で対応している.
- ③ 防滴ガラスとカメラとの位置関係から算出した防滴ガラス面での視差とテンプレートマッチングの結果から得られた視差の差が小さい.

#### 5. 水滴除去

水滴に隠れた部分は、もう一方の画像に写っている可能性が高い. そこで水滴部位での水滴が存在しない場合の視差を推定し, その結果得られるもう一方の画像の画素値を用いて水滴の除去を行う.

視差の推定には Inpainting アルゴリズム[3]を用いる. 本来この手法は画像の輝度勾配を考慮して画像の欠損部を修正する技術であるが, 本手法ではマッチング結果から得られる視差を輝度に見立て, 水滴部位およびその他の欠損と正規化相互相関による相関値が閾値に満たない画素と対応点同士が一对一で対応していない画素を欠損と見なして[2]の手法を適用する.

視差の推定結果から水滴に遮蔽された画素に対応するもう一方の画像の画素を求め, 画像の水滴部分に代入する事で水滴を除去する.

#### 6. 実験

本手法が近景・遠景が混在する画像に有効である事を確認する為, 実験を行った.

今回の実験ではカメラと被写体との距離  $z$  を 1500mm とし, 水滴の大きさ  $\rho$  は 10mm とした.  $E$  はカメラと防滴ガラスとの距離  $l$  が 750mm の時に最大となるが,  $l=750\text{mm}$  では撮像装置が大きくなりすぎる. ここで  $l=200\text{mm}$  とすると画像の 96% 以上の領域が共通視野部として得られるので, 実験ではこの条件を採用する事とした. 基線長  $b$  は式(1)から 11.5mm とした.

Fig.4 に実験に用いたステレオ画像対を示す. Fig.5 に左画像の水滴の位置を手書きで囲んだものを, Fig.6 に同じく左画像の水滴部位判別結果を示す. また水滴除去結果を Fig.7 に示す. 実験では画像中の水滴の 75



Fig.4 ステレオ画像対

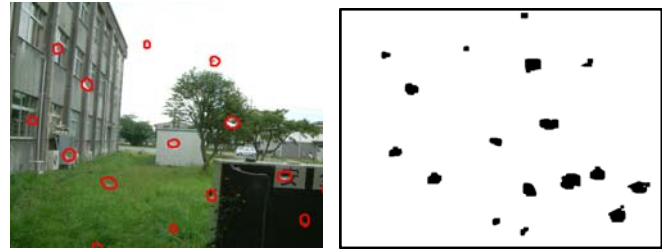


Fig.5 水滴位置表示

Fig.6 水滴部位判別結果



Fig.7 水滴除去結果

%を検出し除去できた. この結果より近景・遠景が混在する画像から水滴の除去が可能である事が示された.

#### 7. まとめ

ステレオ画像対を用いる事で防滴ガラス面に付着した視野妨害となる水滴を除去する方法を提案した.

実験結果から本手法は単純な差分を用いる事では水滴の除去が難しいとされる近景・遠景が同一画面内に混在する画像に対しても水滴の除去が可能である事を示した. ただし, 一方の画像では見えていたがもう一方の画像では背景と同化してしまい見えなくなった水滴や左右の画像で著しく見え方の異なる水滴の検出が出来なかった. その為, 水滴の検出方法について改善の必要がある.

#### 文 献

- [1] Atsushi Yamashita, Masayuki Kuramoto, Toru Kaneko and Kenjiro T.Miura: "A Virtual Wiper-Restoration of Deteriorated Images by Using Multiple Cameras-," *Proceedings of the 2003 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems*, pp.3126-3131 (2003)
- [2] 田中 友, 山下 淳, 金子 透, 三浦 憲二郎: "平行ステレオ画像における防滴ガラス面上の水滴除去", 映像情報メディア学会技術報告, Vol.28, No.27, pp.21-24 (2004)
- [3] Marcelo Bertalmio, Guillermo Sapiro, Vicent Caselles and Coloma Ballester: "Image Inpainting," *Proceedings of SIGGRAPH2000*, pp.417-424 (2000)